

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-348141

(43)Date of publication of application : 04.12.2002

(51)Int.Cl.

C03C 3/087
G11B 5/73
G11B 11/105

(21)Application number : 2001-161115

(71)Applicant : NIPPON SHEET GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 29.05.2001

(72)Inventor : KISHIMOTO SHOICHI
KOYAMA AKIHIRO
TANAKA HIROYUKI
YAMAMOTO NOBUYUKI

(54) GLASS ARTICLE AND GLASS SUBSTRATE FOR MAGNETIC RECORDING MEDIUM USING THE GLASS ARTICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a glass which has a large thermal expansion coefficient at a low temperature (in the vicinity of room temperature), which easily can have a clean surface having no defects such as a flaw by cleaning it with an acidic cleaning liquid, and which can be mass-produced at a low cost, and furthermore, provide a substrate, at a low cost, which can well retain the matching in thermal expansion coefficient with other metallic parts constituting an information recording device.

SOLUTION: The resolving rate into an acidic liquid is 10–100 nm/min, in terms of its etching rate when dipped in an aqueous hydrofluoric solution of 0.1 wt.% and 50° C. The average coefficient of linear thermal expansion is $\geq 70 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ at a temperature of -50 to 70° C. The relation between the operation temperature T4° C and the liquid phase temperature TL° C is $T4-TL \geq -100^{\circ}\text{C}$.

BEST AVAILABLE COPY

【物件名】

刊行物 7

【添付書類】
II 079

刊行物 7

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-348141
(P2002-348141A)

(43)公開日 平成14年12月4日 (2002.12.4)

(51)Int.Cl.

C 03 C 3/087

G 11 B 5/73

11/105

識別記号

F I

C 03 C 3/087

G 11 B 5/73

11/105

マーク (参考)

4 G 06 2

5 D 00 6

5 2 1

5 2 1 B 5 D 07 5

5 2 1 C

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21)出願番号

特開2001-161115(P2001-161115)

(71)出願人 000004008

日本板硝子株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番28号

(22)出願日

平成13年5月29日 (2001.5.29)

(72)発明者 岸本 正一

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番28号

日本板硝子株式会社内

(72)発明者 小山 昭浩

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番28号

日本板硝子株式会社内

(74)代理人 100069084

弁理士 大野 輝市

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガラス物品およびそれを用いた磁気記録媒体用ガラス基板

(57)【要約】

【課題】従来の磁気記録媒体として用いられるガラス基板は、-50°C～70°Cの範囲の平均線熱膨張係数が、HDDの金属機構部品材料の線熱膨張係数より小さく、その組成設計されていたので、使用環境の温度変化により、記録の読み出しを行う磁気ヘッドと記録ピットの相対的位置精度の維持が困難であった。

【解決手段】酸性液に対する溶解速度が、0.1重量%、50°Cのフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して10 nm/分～100 nm/分、-50°C～70°Cにおける平均線熱膨張係数が70×10⁻⁶/°C以上、および作業温度T₁°Cと液相温度T₂°Cとの関係をT₂-T₁≥-100°Cとした。

(2)

特開2002-348141

2

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】酸性液に対する溶解速度が、0.1重量%、50℃のフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して、10nm/分～100nm/分、-50℃～70℃における平均線熱膨張係数が $70 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上、および作業温度 T_1 ℃と液相温度 T_2 ℃との関係が $T_1 - T_2 \geq -100$ ℃であるガラス物品。

【請求項2】酸性液に対する溶解速度が、0.1重量%、50℃のフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して、10nm/分～100nm/分、-50℃～70℃における平均線熱膨張係数が $80 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C} \sim 110 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 、および作業温度 T_1 ℃と液相温度 T_2 ℃との関係が $T_1 - T_2 \geq -100$ ℃であるガラス物品。

【請求項3】酸性液に対する溶解速度が、0.1重量%、50℃のフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して、10nm/分～100nm/分、-50℃～70℃における平均線熱膨張係数が $70 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上、および作業温度 T_1 ℃と液相温度 T_2 ℃との関係が $T_1 - T_2 \geq 0$ ℃であるガラス物品。

*20

SiO ₂	55～70
Al ₂ O ₃	2～15
Li ₂ O	5～20
Na ₂ O	5～2.5
K ₂ O	0～5
MgO	0.1～10
CaO	1～15
SrO	0～5
BaO	0～5
TiO ₂	0～5
ZrO ₂	0～5
R ₂ O (=Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	1.6～3.5
RO (=MgO+CaO+SrO+BaO)	1.5～2.0
その他	0～3

の成分からなることを特徴とするガラス物品。

※品であって、その組成がモル%で示して、

【請求項8】請求項1～7のいずれかに記載のガラス物※

SiO ₂	60～68
Al ₂ O ₃	4～10
Li ₂ O	7～15
Na ₂ O	8～20
K ₂ O	0～2
MgO	0.1～5
CaO	1～8
SrO	0～3
BaO	0～2
TiO ₂	0～3
ZrO ₂	0～3
R ₂ O (=Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	1.8～3.5
RO (=MgO+CaO+SrO+BaO)	1.5～1.0
その他	0～3

(3)

特開 2002-348141

3

の成分からなることを特徴とするガラス物品。

【請求項9】請求項1～8のいずれかに記載のガラス物品であって、その組成がモル%で示して、

S i O ₂	60～67
A l ₂ O ₃	4～8
L i ₂ O	10～15
N a ₂ O	10～20
K ₂ O	0～2
M gO	0.1～5
C aO	1～8
S rO	0～3
B aO	0～2
T iO ₂	0～3
Z rO ₂	0～5
R ₂ O (=L i ₂ O+N a ₂ O+K ₂ O)	20～28
R O (=M gO+C aO+S rO+B aO)	2～10
その他	0～3

の成分からなることを特徴とするガラス物品。

【請求項10】請求項1～9のいずれかに記載のガラス物品であって、そのガラスは溶融状態から溶融錫浴上に導かれて板状に成形されたことを特徴とするガラス物品。

【請求項11】請求項10に記載のガラス物品が、カリウムイオンまたはナトリウムイオン、もしくはその両者を含む溶融塩中に漬けられて、前記のイオンとガラス中のアルカリイオンとのイオン交換により、表面に圧縮層が形成されたことを特徴とする強化ガラス物品。

【請求項12】請求項10または11に記載のガラス物品の表面を研磨して得られる情報記録媒体用ガラス基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスクや光磁気ディスク等の情報記録媒体用基板、あるいは電気・電子部品用基板、光学部品および光学部品用基板に適し、低温時においても大きな熱膨張係数をもち、フロート製法によって容易に製造することができるガラス物品に関する。さらに、酸性洗浄液により清浄なガラス表面を容易に得ることができるガラス物品に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、情報のデジタル化が進み、小形かつ大容量の記憶媒体の要求が極めて大きくなってきている。この要求を満たすためには、記録の高密度化を図ることが不可欠である。現在、記憶容量・装置の寸法・コストなどのバランスが取れている記憶媒体がガラス製基板を用いたハードディスク装置(HDD装置)であり、これまでのコンピュータだけではなく、今後はビデオ、カメラ、テレビなど民生用電気製品にも多量に使われようとしている。このハードディスクにおいて記録の高密度化を実現するには、基板については基板表面の平坦度

10

4

を高める必要があるとともに、容易に多量に生産できることが必要である。

【0003】こうした要請に対して、特開平12-357318号公報には、大量生産に適したガラス情報記録媒体基板用ガラスが開示されている。この公報に開示の基板用ガラスは、ヤング率が85GPa以上であり、耐候性に優れ、フロート製法など連続成形法を用いて生産するに適しているとされている。

【0004】一方、ガラス基板を用いたハードディスクでは、基板がガラス製であるのに対し、他の機構部品にはステンレスなどの金属製のものが用いられている。ガラスと金属とでは、熱膨張係数に差があり、従来ハードディスクの基板として用いられてきたガラス基板は、概して金属より熱膨張係数が小さく、特に-50℃～70℃の低温域(機器が使用される室温度を中心とする温度域)での熱膨張係数の差が著しかった。このような熱膨張係数の違いがあると、温度が変化した際の膨張・収縮の挙動が基板と他の金属機構部品と異なり、記録や読み出しを行う磁気ヘッドと記録ピットの相対位置精度の維持が困難になる。

【0005】熱膨張係数の大きさが金属のそれと比較的近い材料として、結晶化ガラスからなる基板が開示されている。例えば、特開平11-16142号公報、特開平11-16143号公報、特開平11-16151号公報に開示されている結晶化ガラスは、ニケイ酸リチウム、α-クオーツ、およびその固溶体、α-クリストバライト、およびその固溶体を析出させ、金属に近い熱膨張係数を有するようにしている。また、特開平9-301732号公報には、基板用ガラスとして、熱膨張係数が大きいガラスが開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前記の従来の技術には以下のような問題点があった。特開平12-357318号公報に記載の基板用ガラスは、熱膨張係数に関する開示がなく、ハードディスクを構成する他の部品との熱膨張係数の差に起因する不具合が起こり得る。また、アルカリ酸化物(R₂O=L i₂O+N a₂O+K₂O)の含有量が少ないと化学強化性に劣り(圧縮層をガラス表面から深くまで形成できない、表面圧縮応力値を大きくできない)、イオン交換処理を行なっても機械的強度が低いという欠点がある。さらに、アルカリ酸化物の含有量が少ない上にS i O₂とA l₂O₃の含有量の合計が大きいためガラス融液の粘性が高く、溶融温度(粘度が10²⁴ボイズになる温度T_g)が高くなりがちであり、溶融に高温度を必要とし、燃料コストの高騰やガラス溶融設備に著しい劣化を招いたり、あるいは、ガラス融液の均一性が悪く、その結果得られる基板用ガラスも均一性に劣るという問題点がある。このため製造されたガラス板の反りやうねりなど劣るという看過できない欠点がある。

20
30
40
50

(4)

5

【0007】上記特開平11-16142号公報、特開平11-16143号公報、特開平11-16151号公報に記載の結晶化ガラスは、もとのガラスを製造した後で熱処理を行なうことによって結晶を析出させる処理が必要である。例えば、特開平11-16143号公報では、原ガラスを450℃～550℃で1時間～12時間熱処理し、さらに600℃～800℃で1時間～12時間熱処理した後、研磨を行なう方法を採用している。すなわち原ガラスが得られてから研磨を行なうまでに熱処理工程が必要とするのである。このことは製造コストを低くするために大きな阻害要因となる。さらに、熱処理によって結晶を析出させることができるガラスは、そうでないガラス（最終的に非晶質ガラスとして用いられるガラス）に比べて結晶が析出しやすい、つまり失透しやすいガラスであり、たとえばフロート法などの連続製造方法を用いてガラスを製造する際に、不用意に失透するなど大きな欠点がある。

【0008】また、特開平9-301732号公報に記載の基板用ガラスは、50℃～350℃の温度範囲での熱膨張係数は 7.5×10^{-7} /℃以上と大きいものの、-50℃～70℃の低温時の熱膨張係数には何ら開示されていない。さらに、この基板用ガラスは、Li₂O成分を含まないため化学強化性に劣り、イオン交換処理を行なっても強度が低いという欠点がある。

【0009】本発明は、従来技術に存在する上記の問題点に着目してなされたものである。すなわちその目的とするところは、低温（室温付近）での熱膨張係数が大きく、酸性洗浄液などによる洗浄によって傷などの欠点のない清潔な表面を容易に得ることができ、かつ安価で容易に大量に製造できるガラスを提供することにある。さらには、情報記録装置を構成する他の金属部品との熱膨張係数におけるマッチングを良好に保つことができる基板を安価に提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記従来技術が有する問題点を解決し、高密度記録に適した基板とするための技術的課題を達成するためになされたものであり、アルミニシリケートガラス系における組成に関する精力的な研究の結果、各成分のバランスを巧みにとることによって、低温において大きな熱膨張係数を有し、またフッ酸に対する適度のエッチング速度を有するガラスを提供するものである。さらに大規模にガラス板を製造することができるフロート製法で溶融、板状の成形を技*

SiO ₂	55～70
Al ₂ O ₃	2～15
Li ₂ O	5～20
Na ₂ O	5～25
K ₂ O	0～5
MgO	0.1～10
CaO	1～15

特開2002-348141

6

*術的困難性なく製造することのできるガラス物品を提供するものである。

【0011】請求項1は、酸性液に対する溶解速度が、0.1重量%、50℃のフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して、10nm/分～100nm/分、-50℃～70℃における平均線熱膨張係数が 7.0×10^{-7} /℃以上、および作業温度T_a℃と液相温度T_b℃との関係がT_a-T_b≥-100℃であるガラス物品である。

【0012】請求項2は、酸性液に対する溶解速度が、0.1重量%、50℃のフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して、10nm/分～100nm/分、-50℃～70℃における平均線熱膨張係数が 8.0×10^{-7} /℃～ 11.0×10^{-7} /℃、および作業温度T_a℃と液相温度T_b℃との関係がT_a-T_b≥-100℃であるガラス物品である。

【0013】請求項3は、酸性液に対する溶解速度が、0.1重量%、50℃のフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して、10nm/分～100nm/分、-50℃～70℃における平均線熱膨張係数が 7.0×10^{-7} /℃以上、および作業温度T_a℃と液相温度T_b℃との関係がT_a-T_b≥0℃であるガラス物品である。

【0014】請求項4は、酸性液に対する溶解速度が、0.1重量%、50℃のフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して、10nm/分～100nm/分、-50℃～70℃における平均線熱膨張係数が 8.0×10^{-7} /℃～ 11.0×10^{-7} /℃、および作業温度T_a℃と液相温度T_b℃との関係がT_a-T_b≥0℃であるガラス物品である。

【0015】請求項5は、請求項1～4のいずれかに記載のガラス物品において、酸性液に対する溶解速度が、0.1重量%、50℃のフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して、20nm/分～60nm/分であることを特徴とするガラス物品である。

【0016】請求項6は、請求項1～5のいずれかに記載のガラス物品において、酸性液に対する溶解速度が、0.1重量%、50℃のフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して、30nm/分～50nm/分であるガラス物品である。

【0017】請求項7は、請求項1～6のいずれかに記載のガラス物品において、その組成がモル(mol) %で示して、

(5)

特開 2002-348141

7

8

SrO	0~5
BaO	0~5
TiO ₂	0~5
ZrO ₂	0~5
R ₂ O (=Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	16~35
RO (=MgO+CaO+SrO+BaO)	1.5~20
その他	0~3

の成分からなることを特徴とするガラス物品である。 * 裁のガラス物品において、その組成がモル%で示して、
【0018】請求項8は、請求項1~7のいずれかに記*

SiO ₂	60~68
Al ₂ O ₃	4~10
Li ₂ O	7~15
Na ₂ O	8~20
K ₂ O	0~2
MgO	0.1~5
CaO	1~8
SrO	0~3
BaO	0~2
TiO ₂	0~3
ZrO ₂	0~3
R ₂ O (=Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	18~35
RO (=MgO+CaO+SrO+BaO)	1.5~10
その他	0~3

の成分からなることを特徴とするガラス物品である。 * 裁のガラス物品において、その組成がモル%で示して、
【0019】請求項9は、請求項1~8のいずれかに記※

SiO ₂	60~67
Al ₂ O ₃	4~8
Li ₂ O	10~15
Na ₂ O	10~20
K ₂ O	0~2
MgO	0.1~5
CaO	1~8
SrO	0~3
BaO	0~2
TiO ₂	0~3
ZrO ₂	0~5
R ₂ O (=Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	20~28
RO (=MgO+CaO+SrO+BaO)	2~10
その他	0~3

の成分からなることを特徴とするガラス物品である。
【0020】請求項10は、請求項1~9のいずれかに記載のガラス物品において、そのガラスは溶融状態から溶融錫浴上に導かれて板状に成形されたことを特徴とするガラス物品である。

【0021】請求項11は、請求項10に記載のガラス物品が、カリウムイオンまたはナトリウムイオン、もしくはその両者を含む溶融塩中に漬けられて、前記のイオンとガラス中のアルカリイオンとのイオン交換により、表面に圧縮層が形成されたことを特徴とする強化ガラス物品である。

40 【0022】請求項12は、請求項10または11に記載のガラス物品の表面を研磨して得られる情報記録媒体用ガラス基板である。

【0023】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、特に注釈が無い限り、ガラス組成はモル%で示す。本発明のガラス物品の組成範囲の限定理由を説明する。

【0024】(熱膨張係数) 热膨張係数の限定理由は以下の通りである。ガラス製の基板を情報記録装置の磁気記録媒体用基板として用いる場合、正常な情報の読み書き

50

(6)

9

きを行なうためには、記録媒体に記録された情報の位置（ピット位置）と、読み書きヘッドの相対位置は、精密に維持されることが必要不可欠である。記録密度の高密度化に伴い、そのピット位置と読み書きヘッドとの相対位置には、より精密な寸法精度が要求される。このため、記録媒体用基板とその他の部品との熱膨張係数の差によって生じるピット位置とヘッドの相対位置の変化が無視できなくなってきており、それらの材料の熱膨張係数の差を小さくすることが必要となってきた。

【0025】機構構成部品に用いられる材料（主に金属）の熱膨張係数は、 $-50^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において $90 \sim 100 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ のものが多く、それゆえ記録媒体用ガラス基板の熱膨張係数も $70 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ 以上として、その差を小さくとも $30 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ 以下とすることが、温度変化に対して安定して磁気記録媒体を高速回転して用いる磁気記録装置に必要である。上記の観点からガラス基板の熱膨張係数は $80 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ であることがより好ましい。またガラスの膨張係数が金属機構部品のそれより大きい場合は、同様の理由で $110 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ 以下とするのが好ましい。このように、ガラス基板とそのガラス基板をその軸中心において固定保持する金属機構部品との熱膨張係数を所定範囲内にすることにより、熱膨張係数の差を起因とする不具合を起こす可能性が小さくなる。

【0026】（エッチングレート）酸性液に対する溶解速度の限定理由は以下の通りである。ガラス物品から情報記録媒体用基板を製造するためには、該基板として定められた大きさおよび厚みに加工する必要があり、しかもその表面（とりわけ両面の平凸）は極めて高度な平滑性と清浄性を持たせる必要がある。

【0027】この基板の製造工程には、切断、研削、研磨、洗浄工程の順で加工がなされ、所要の寸法と表面形状を実現する。とくに洗浄工程においては、純水などによって研磨加工されたガラス物品の表面に残っている不要物を洗い流すことが必須である。それには酸性洗浄液を用いることが好ましい。なぜなら、酸性洗浄液は、不要物を洗い流す効果に加え、ガラス物品の表面をごくわずかな量だけ溶解することによって、極めて清浄性の高い表面を得ることができるからである。しかし、洗浄時にガラス物品の表面が溶解されすぎると、表面粗さが荒くなったり、平滑性に劣ったり、表面が変質したりしてしまい、基板として用いることができなくなる。

【0028】酸性液に対するガラス物品の溶解速度は、0.1重量%、 50°C のフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して、 $10 \text{ nm}/\text{分} \sim 100 \text{ nm}/\text{分}$ の範囲とする。 $10 \text{ nm}/\text{分}$ 未満であると、ガラス表面の清浄度を上げる効果が小さいので好ましくない。ガラス表面の不要物は、ガラスの主表面および端面を研磨するときに用いられる研磨粒子、各工程中の水などに含まれる不純物が、ガラスがとりわけ乾燥したとき

10

特開 2002-348141

10

に固着する不純物、さらにガラス粉末などがある。一方 100 nm を越える場合は、清浄化作用があっても、ガラスの表面が荒れた状態になり、平滑な表面が得られないで好ましくない。

【0029】ガラスのフッ酸に対するエッチングレートは、ガラス表面の清浄度をより確実にする観点から $30 \text{ nm}/\text{分} \sim 50 \text{ nm}/\text{分}$ 以上とするのが好ましく、さらに $50 \text{ nm}/\text{分}$ 以上とするのが好ましい。一方、ガラス表面に生じる凹凸を抑制する観点から $60 \text{ nm}/\text{分} \sim 100 \text{ nm}/\text{分}$ 以下とするのが好ましく、さらに $50 \text{ nm}/\text{分} \sim 100 \text{ nm}/\text{分}$ 以下とするのが好ましい。フッ酸に対するエッチングレートを上記の範囲内とすることにより、極めて平滑で清浄性の高い表面を備えた情報記録媒体用基板を実現することができる。

【0030】（R₂O）本発明のガラス物品に於いては、熱膨張係数は全アルカリ成分 R₂O = Li₂O + Na₂O + K₂O を増やすに従い大きくなる傾向が最も強い。したがって、 $-50^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ での熱膨張係数を $70 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ 以上にするために、全アルカリ成分 R₂O は 1.6% 以上であることが必要で、1.8% 以上であることがより好ましく、2.0% 以上であることがさらに好ましい。一方、アルカリ成分の添加はガラスの網目構造を切断するので、ガラス物品の粘性を下げる働きがある。ガラス物品の粘性の低下は、作業温度、液相温度ともに低減させる優れた効果があるが、過度にアルカリ成分を添加すると、液相温度が逆に上昇する傾向がある。

【0031】フロート製法によって溶解ガラスをガラス物品に成形するためには、成形過程において失透が発生しないことが必要であるため、作業温度 T_w - 失透温度 T_d の差が -100°C 以上であることが必要であり、0 °C より大きいことが好ましい。このことから、本発明のガラス物品においては、全アルカリ成分 R₂O は 3.5% 以下であることが必要で、2.8% 以下であることが好ましい。

【0032】（Li₂O）本発明において、Li₂O は、必須成分であり、
1) カリウムを含む溶融塩またはカリウムとナトリウムを含む混合塩の用いるイオン交換処理において処理塩浴中のカリウムイオンまたはナトリウムイオンと交換され、ガラス表面層に厚い圧縮層を与える。
2) ガラス物品の熱膨張係数を増大させる、
3) ガラスの熔解温度を下げて熔解性を高める、
4) ガラスの液相温度を下げ、ガラス融液からガラス物品への成形を容易にする、という作用をもつ。
Li₂O の含有量が 5% 以上であれば、イオン交換処理において浴中のイオンと充分に交換され、イオン交換処理されたガラス物品に高い強度を持たせることができ。より好ましくは 7% 以上であり、さらに好ましくは 10% 以上である。

【0033】一方、Li₂O の含有量は 2.0% 以下とするのがよく、1.5% 以下とするのがさらによい。なぜな

30

40

50

(7)

11

ら、 $L_{12}O$ の含有量が20%を越えて増加すると、全アルカリ成分 R_2O も増加し、結果としてガラスが失透しやすくなるからである。15%以下とすることがガラスをより失透しにくくする点で好ましい。

- 【0034】 (Na_2O) Na_2O は、必須成分であり、
1) ガラス物品の熱膨張係数を増大させる効果が $L_{12}O$ と比べて大きい。
2) ガラスの熔解温度を下げて熔解性を高める、
3) ガラスの液相温度を下げてガラス物品への成形を容易にする、
4) イオン交換処理において処理浴中のカリウムイオンと交換される、という作用をもつ。

Na_2O の含有量は5%以上であることが好ましく、8%以上であることがより好ましく、10%以上であることがさらに好ましい。 Na_2O を5%以上含むことにより、ガラス物品は-50℃～70℃の温度範囲において、 $70 \times 10^{-7} / ^\circ C$ 以上の熱膨張係数を持つガラスとする上で、ガラスの各成分の含有量の選択範囲が広がり、10%以上では各成分の選択範囲がより広がる点で好ましい。

【0035】一方、 Na_2O の含有量の上限は25%とすることが好ましく、20%以下とするのがさらに好ましい。なぜなら、 Na_2O の含有量が25%を越えて増加すると、全アルカリ成分 R_2O も増加し、結果としてガラスが失透しやすくなるからであり、20%以下であれば失透性がより改善されるからである。

- 【0036】 (K_2O) K_2O は、任意の成分であって、
1) ガラス物品の熱膨張係数を増大させる効果が $L_{12}O$ や Na_2O と比べて極めて大きくする、
2) ガラス熔解温度を下げて熔解性を高める、
3) ガラス液相温度を下げ、ガラス物品への成形を容易にする、
4) 作業温度を上げ、ガラス物品への成形を容易にする、
という作用をもつ。しかし、多量に含有されるとカリウムイオン含有溶融塩によるイオン交換処理を阻害し、ガラスの強化処理が困難になる。

【0037】したがって、 K_2O の含有量は5%以下であることが好ましく、さらに2%以下であることがより好ましい。

【0038】 (SiO_2) SiO_2 はガラスを構成する主要成分であり、必須の成分である。 SiO_2 の含有量の増加は、ガラス物品の高温粘性を上げる働きがあり、作業温度と液相温度の差を大きくし、ガラス原料バッチからガラスへのガラス化を容易にする。しかし、 SiO_2 の含有量が過多であると、ガラス物品の高温粘性が高くなりすぎ、熔解性が低下する。また、 SiO_2 含有量の増加は同時に熱膨張係数を減少させるので、その両者から SiO_2 の好ましい含有量が決められる。本発明のガラス物品においては、 SiO_2 の好ましい含有量の範囲

特開2002-348141

12

は55%～70%である、より好ましくは60%以上である。また68%以下とするのが好ましく、さらに67%以下とするのが好ましい。

【0039】 (Al_2O_3) Al_2O_3 は、必須成分である。 Al_2O_3 には、

- 1) イオン交換処理によりガラス表面層に圧縮応力層を形成するときの層の深さを増大させる、
2) ガラス物品の耐水性を向上させる、という作用を有する。一方、 Al_2O_3 の過剰量の含有は、ガラスの高温粘性が高くなり、熔解性が悪化する、ガラス物品の液相温度を高くするので、作業温度と液相温度の差が小さくなり、これによりガラス物品への成形が困難になる。またガラス物品のエッチング速度が大きくなるので、ガラスの表面の劣化を引き起こす。したがって、本発明のガラス物品においては、 Al_2O_3 の含有量は2%以上とするのが好ましく、さらに4%以上が好ましい。一方 Al_2O_3 の含有量は、上記の理由から15%以下とするのが好ましく、10%以下とするのがより好ましく、8%以下とするのがさらに好ましい。

【0040】 (MgO) 2価金属酸化物成分 MgO (= $MgO + CaO + SrO + BaO$) は、ガラス物品の熔解性をよくする成分である。しかし、過多に添加すると液相温度が高くなりすぎ、ガラス物品の成形が困難になる。したがって、2価金属酸化物成分 MgO (= $MgO + CaO + SrO + BaO$) は、1.5%～20%が好ましく、1.5%～10%がさらに好ましく、さらに2～10%が好ましい。

【0041】 (MgO) MgO は、必須成分である。2価金属酸化物成分 MgO のうち、 MgO は熔解性を高める効果に加えて、特に化学強化処理におけるイオン交換反応を促進する働きが顕著である。2価金属酸化物成分 MgO のうち、 MgO はイオン交換を促進するために、0.1%以上含有させることでその効果を発揮する。しかし、 MgO は MgO の他の成分、たとえば CaO 、 SrO 、 BaO と比べて熱膨張係数を大きくする効果に乏しく、10%を越えて多量に含有させると熱膨張係数が小さくなってしまうので好ましくない。本発明のガラス物品においては、 MgO は10%以下とするのが好ましく、さらに5%以下とするのがより好ましい。

【0042】 (CaO) CaO は、必須成分である。 CaO は熔解性を高める効果に加えて、熱膨張係数を大きくする働きが顕著であるため必須の成分である。 CaO の含有量が1%以上でこれらの効果が十分に現れる。一方、15%を越えると液相温度が上がり、ガラス物品の成形が困難になるので、15%以下好ましくは8%以下とするのがより好ましい。

【0043】 (SrO) SrO は、任意成分である。 SrO は、

- 1) ガラスの熱膨張係数を大きくし、その効果は RO の中でもっと大きい、2) ガラスの液相温度を低下させるこ

(8)

13

とができる。

3) ガラス物品の熔解性を高めることができる、という働きを有する。しかし、SrOはガラス物品の密度を大きくすると共に、他の成分と比べて高価である点で好ましくない。SrOは、ガラス物品に含有させることができないが、その含有率は5%以下とするのが上記理由から好ましく、3%以下とするのがさらに好ましい。

【0044】(BaO) BaOは以下の優れた効果を持つ成分である。

1) ガラスの熱膨張係数を大きくし、その効果はROの10
中でSrOに次いで大きい。

2) ガラスの液相温度を大きく低下させることができ
る。

3) ガラス物品の熔解性を高めることができる、という働きをする。しかし、BaOはSrOよりもガラス物品の密度を大きくしてしまう、イオン交換処理によるイオ
ン交換を阻害し、処理後の強度の向上に寄与しない、などの不都合な性質を有するので、多量に添加することは好ましくない。したがって、BaOの含有率は50%以下であることが好ましく、2%以下であることがより好ましい。

【0045】(その他)また、これら上記の成分以外に、他の成分を合計で3%を上限として添加することができる。その他の成分としては、例えば、ガラス融液の耐候性の向上を目的とするTiO₂、着色、溶解時の清澄などを目的とする、例えばSb₂O₃、SO₃、SnO₂、Fe₂O₃、CoO等を挙げることができる。

【0046】なお、本発明のガラス物品では、高温における粘性を低くすることができるため、有毒物であるAs₂O₃、環境を汚染する可能性のあるCIやFを清澄剤に用いることなく、均質で泡のないガラス融液を得ることができ、実質的に本発明のガラス物品からこれらの物質を除去することができる。

【0047】ここで限定された組成のガラス融液は、各成分の適切な含有割合によって、連続製造方法、特に溶融ガラスを鋸浴上に導いて板状に成形するフロート製法によって容易に、大量のガラス物品を製造することができる。そして得られるガラスは、低温時においても大きな熱膨張係数を持っている。

【0048】さらにLi₂OおよびNa₂Oを含み、ガラスの歪点以下の温度でカリウムイオンまたはナトリウムイオン、もしくはその両者を含む溶融塩に浸漬することにより容易にこれらの成分がより大きなイオン半径を有する成分(イオン)と交換し、表面に圧縮応力を深くまで発生させて、ガラスの破壊強度を一層高めることができる。

【0049】(実施例)以下に、実施例および比較例を用いて、本発明をさらに具体的に説明する。

実施例1

(ガラスの作成)表1の組成になるように、通常のガラ

40
40
50

特開 2002-348141

14

ス原料であるケイ砂、スピチュメン、アルミナ、炭酸リチウム、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、ドロマイド、石灰石、チタニア、ジルコンサンド、酸化鉄などを用いてガラス原料パッチを調合した。このパッチを白金ルツボで1550℃に加熱して溶融し、そのまま4時間保持した後に、溶融ガラスを鐵板上に流し出した。鐵板上に流し出した溶融ガラスは、100秒で固化し、固化後直ちに600℃に設定した電気炉に入れた。30分後、電気炉の電源を切り、室温まで放冷して徐冷することによりガラスを得た。

【0050】(物性測定)ガラスの高温粘性は白金球引き上げ式自動粘度測定装置を用いて測定し、ガラス融液の粘度が10³/ポイズになる温度として溶融温度T_fおよび10⁴/ポイズになる温度として作糞温度T_aを求めた。【0051】ガラスの密度およびエッティング速度は以下のようにして測定した。ガラスを5×40×30mmの大きさに切断し、各面を鏡面研磨して板状サンプルを作製した。先にアルキメデス法により、板状サンプルの密度を測定した。続いて、純水で洗浄してから鏡面にした面の一部にマスキングを施し、濃度が重量%表示で0.1%、温度50℃のフッ酸に2.5分間浸漬し、水洗した後にマスキングを除去し、マスキングを施していた部分と施していない部分との境界の段差を表面凸凹計で測定し、得られたエッティング段差からエッティング速度を算出した。さらに、直径5mm、長さ15mmの円柱状のサンプルを作成し、通常の熱膨張計を用いて転移温度、屈伏点および-50℃～70℃および50～350℃の平均線膨張係数を求めた。

【0052】液相温度は以下のように測定した。ガラスをメノウ製乳鉢で粉砕し、目の開きが2380μmの篩を通して、1000μmの篩に留まったガラス粒を篩い分け、そのガラス粒をエタノール中で超音波洗浄し、乾燥させて液相温度測定用試料とした。この試料の2.5gを秤量して幅12mm、長さ200mmの白金ポートに移し、温度勾配炉中に2時間保持して取り出した後、ガラス中に生成した結晶(失透)を光学顕微鏡で観察し、結晶が観測された最高温度を液相温度とした。

【0053】イオン交換特性は、ガラスを5×40×30mmに切断し、各面を鏡面研磨して作製した板状サンプルを、KNO₃ : NaNO₃ = 8 : 2に混合し、温度380℃の溶融塩に4時間浸漬した後、5×20×30mmの大きさに切断し、切断面を研磨した。このサンプルについてX線マイクロアナリシス分析装置を用いて線分析手法により、カリウムイオン及びナトリウムイオンのガラス表面からの侵入深さを測定した。これらの測定値を表1に併せて記載する。

【0054】実施例2～実施例12
各実施例毎に表に示すガラス組成となるようにガラス原料パッチの配合割合を変えて、実施例1と同様にしてガラスサンプルを作製した。各実施例の組成を表1に示

(9)

15

す。また、実施例1と同様にして、各実施例毎に板状サンプルおよび円柱状サンプルを作成し、その物性を測定した。測定の結果を表1に併せて記載する。

表1

特開2002-348141

16

* 【0055】
【表1】

	実施例										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
組成 (モル%)	SiO ₂	63.0	64.0	67.0	84.0	65.2	85.0	61.5	65.5	66.0	64.5
	Al ₂ O ₃	4.0	5.0	10.0	4.0	5.3	8.0	4.0	7.5	9.0	7.5
	Li ₂ O	11.0	12.0	6.0	8.5	10.0	10.0	15.0	9.0	10.0	9.5
	Na ₂ O	12.0	13.0	11.0	19.0	17.5	14.5	13.0	18.0	11.2	14.0
	K ₂ O	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	MgO	3.6	1.6	1.6	1.6	0.6	1.1	4.0	0.6	2.0	1.1
	CeO	6.2	4.2	2.2	2.7	1.2	1.2	2.3	1.2	1.8	1.2
	SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アルカリ総量R2O(モル%)	23.3	25.3	19.3	27.8	27.8	24.6	28.2	25.3	21.5	23.8	19.3
アルカリ土類総量RO(モル%)	9.8	5.8	3.8	4.3	1.8	2.8	6.3	1.8	3.6	4.3	5.8
熱膨脹係数 $\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	50~350°C -50~70°C	106 84	108 84	92 72	116 100	113 94	104 84	113 91	106 83	98 73	105 81
硬度 μcm^3	2.51 2.46	2.51 2.45	2.45 2.42	2.42 2.46	2.43 2.43	2.43 2.48	2.48 2.49	2.49 2.48	2.49 2.48	2.49 2.55	
放相温度 TL, °C	878	780	948	740	872	872	879	840	801	829	914
溶融温度 T _f , °C	1265	1257	1389	1188	1206	1285	1226	1264	1380	1318	1401
作業温度 T ₄ , °C	912	800	1042	872	885	947	842	943	899	941	1021
カラス転移点 T _g , °C	425	390	478	411	387	410	332	418	437	419	478
屈伏点 A _t , °C	494	474	563	479	470	501	424	506	528	495	545
T ₄ -TL	36	120	94	132	-87	75	-37	103	98	112	107
エッピング速度 mm/分	48	34	40	41	27	89	99	88	46	86	41
イオン交換深さ μm	86	119	132	170	75	119	148	93	151	113	125
イオン交換深さ μm	86	119	132	170	75	119	148	93	151	113	125

【0056】(基板の製造および性能測定)得られた磁気記録媒体用のガラス基板は以下のようにして製造した。フロー式法による製板装置をもつガラス溶融窯に、実施例1と同じ組成になるように調合したバッチを連続的に投入し、最高温度1500°C~1550°Cに加熱して溶融した。この溶融ガラスを清澄槽を経て溶融錫浴(フロートバス)上に流し込み、所定の板厚に成形した後、連続徐冷窓を経て徐冷後、切断した。

【0057】得られたガラスを外径9.5mm、内径2.5mmのドーナツ状に切り出し、内周面と外周面に面取り加工および端面研磨を施した。つぎに、平均粒径が5μm~10μmの酸化セリウム遊離砥粒を用いて粗研磨し、さらに平均粒径がさらに細かい酸化セリウム遊離砥粒を用いて厚さ0.8mmにガラス板の表面を精密研磨した。研磨の方法および装置は、公知の技術および装置を用いた。研磨後のドーナツ状ガラスは、統いて硝酸カリウム:硝酸ナトリウム=8:2(重量%)に混合した温度380°Cの溶融塩に4時間浸漬してイオン交換による強化処理を行なった。

【0058】イオン交換処理後のドーナツ状ガラスを、

希フッ酸および純水で洗浄したのち、その表面を原子間力顕微鏡(AFM)で測定したところ、その表面平均粗さR_aは、約0.4nmであることが判った。さらに、この基板上に下地膜としてクロム膜を、記録膜としてパルトークロム-タンタル系の磁性膜を、保護膜としてカーボン膜を、それぞれスピッタリング法で順次形成させた。そして、この保護膜の表面上にバーフルオロカーボン系の有機性溶剤からなる潤滑膜を塗布した。このようにして得た磁気記録媒体を、密閉型のハードディスクドライブに公知の方法で装着し、10,000および12,000r.p.mで稼働させながら、温度を-50°Cと70°Cの間を繰り返し往復させたが、読み書き時のエラーの発生やヘッドクラッシュ等の問題を生じることはなかった。

【0059】(比較例1~比較例4) 比較例1~比較例4のガラス組成を表2に示す。いずれのガラスも本発明の請求範囲に含まれない組成である。特に比較例1は、特開平12-357318号公報の実施例1として開示されている組成であり、該公報のガラスのうち最もその特徴を有しているものと思われる。比較例2は、同じく

40

50

(10)

特開2002-348141

17

特開平12-357318号公報の実施例20の組成であり、開示されている実施例のうち、本発明のガラス物品に最も組成が近いと考えられるものである。また、比較例3は、特開平9-301732号公報の実施例1の*

表2

18

*組成である。比較例4は、建築の窓ガラス用のソーダライムガラス組成である。

【0060】

【表2】

	比較例			
	1	2	3	4
SiO ₂	66.0	61.4	69.1	71.6
Al ₂ O ₃	5.0	7.0	10.7	0.9
Li ₂ O	6.0	6.0	0	0
Na ₂ O	0.8	3.2	7.1	12.7
K ₂ O	0.5	4.3	7.2	0.5
MgO	5.5	5.5	5.8	6.0
CaO	5.7	5.8	0.4	8.4
SrO	3.5	2.8	0	0
BaO	0	0	0	0
TiO ₂	3.5	2.0	0	0
ZrO ₂	1.5	1.2	0	0
Y ₂ O ₃	2.0	1.2	0	0
アルカリ総量R ₂ O(モル%)	7.3	13.5	14.3	13.2
アルカリ土類総量RO(モル%)	14.7	13.7	8.0	14.4
熱膨張係数 ×10 ⁻⁷ /℃	50～350℃ -50～70℃	72 60	80 65	89 74
屈折率		×	×	○ ○
密度 g/cm ³		2.68 2.66	2.6 2.63	
液相温度 T _L ℃		1098 1058	995 1001	
溶融温度 T _f ℃		1623 1501	1463 1472	
作業温度 T _A ℃		1094 833	1040 678	1264 615
ガラス転移点 T _g ℃				1041 556
屈伏点 At ℃				
T ₄ -T _L ℃		-14	-18	269 40
イッティング速度 mm/分		8 △	335 ×白濁	164 ○
評価				△ □
イオン交換深さ μm		15 ×	8 ×	<1 ×
評価				11 ×

【0061】表2に示した組成となるように実施例と同様の方法で試料ガラスを作製した。但し、比較例1は、調合したバッチを白金ルツボを用いて1600℃で16時間保持し、鉄板上に流し出した。このガラスを電気炉中、650℃で30分保持した後、炉の電源を切り、室温まで放冷して試料ガラスとした。これらの試料ガラスを用いて、実施例と同様に密度、弾性率（ヤング率）、液相温度を測定または算出し、表2にその結果を示した。

【0062】比較例1のガラスは、-50℃～70℃の温度範囲での熱膨張係数が非常に小さいことがわかった。このように熱膨張係数の小さいガラスを情報記録媒体基板に用いた情報記録装置では、温度変化が生じた際に基板とそれを保持する金属構造部品との熱膨張係数の差により、記録再生ヘッドと記録ビットの相対位置精度の維持が困難になることが予想される。

【0063】比較例2のガラスもまた、-50℃～70℃の温度範囲での熱膨張係数が本発明のガラス物品のそれと比較して非常に小さいことがわかり、比較例1と同

様の困難が予想される。

【0064】比較例1および比較例2のガラスが本発明のガラス物品にかかる実施例と明確に異なる点は、アルカリ酸化物の含有量の総量R₂Oであり、-50℃～70℃における平均線熱膨張係数を7.0×10⁻⁷/℃以上にするためには、本発明の如くR₂Oは16%以上とするのがよいことが分かる。

【0065】比較例1および比較例4のガラスは、フッ酸に対する溶解度が小さすぎ、ガラス表面を清浄にすることができなかった。浸漬液のフッ酸の濃度や液温度を高めることで、溶解速度は速くなるが、液を高温にするとフッ酸などの揮発により濃度が変動したりしやすくなったり、揮発した酸が製造作業の従事者の健康や地球環境に悪影響を与える危険性がある。また、濃度を高めることは、液の化学的な危険性が増すと同時に、薬液が多量に必要になるため大きなコストアップ要因になり、好ましくない。

【0066】一方、比較例2のガラスは、フッ酸に対する溶解速度が大きすぎ、表面が過大に溶解してしまいス

19

リガラス状に白濁してしまった。つまり、表面の平均粗さが過大になってしまった。この場合、溶解速度を遅くするために浸漬液の濃度を下げることが考えられるが、酸に対する溶解速度の速いガラスは、本質的に酸に弱く、部分的な溶解が起こる可能性が高く、そのような対策をしても優れた平滑性と高い滑潤度を併せ有するガラスの表面を得ることは困難であった。

【0067】さらに、比較例1～比較例4のガラスはイオン交換層の厚味が20μm以下で、イオン交換が実質的に行なわれていなかった。特に比較例3のガラスは、イオン交換層の厚味が1μm以下で、イオン交換が全く行なわれていなかった。これらのガラスは、イオン交換処理を施してもガラス物品の強度を高めることができない、情報記録媒体用の基板として用いた場合、破損の危険性が実施例のサンプルに比較して高くなる可能性があると考えられる。

【0068】

【発明の効果】本発明のガラス物品は、酸性液に対する溶解速度を、0.1重量%、50℃のフッ酸水溶液中に浸漬したときのエッチング速度で規定して、10nm/分～100nm/分、-50℃～70℃における平均線熱膨張係数が $7.0 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上、および作業温度 T_1 ℃と液相温度 T_2 ℃との関係が $T_1 - T_2 \geq -10^\circ\text{C}$ である、ガラス表面を溶解除去する能力を有する酸性*

(11)

特開2002-348141

20

* 液でガラス表面の洗浄を行なうと、その表面を劣化させることなく清潔にすることができる。また、本発明のガラス物品を情報記録媒体用ガラス基板として金属機械部品により保持して記録装置としたとき、本発明のガラス物品の線熱膨張係数と金属機械部品の線熱膨張係数との差が小さいので、記録装置の使用環境の温度が変化しても、記録の読み出しを行うヘッドと記録ピットの相対的位置精度が維持でき、それにより信頼性の高い記録装置とすることができる。さらに本発明のガラスは、溶融状態から溶融窓浴上に導いて板状に成形するフロート製法に適した温度特性を有しているので、工業的に製造することができる。

【0069】加えて、本発明のガラス物品は、各アルカリ成分の含有量及び合計量が所定量を選ばれることにより、イオン交換法による強化処理により表面から内部方向の深くまで圧縮応力層が形成される。これにより、信頼性の高い機械的強度を有するガラスとすることができる。

【0070】本発明のガラス物品の表面を研磨し、酸性液で洗浄して得られる磁気記録媒体用ガラス基板を用いた記録装置は、記録媒体の機械的強度が大きく、かつ、使用環境の温度変化に対して記録の読み出し動作を安定して行なうことができる。

フロントページの続き

(72)発明者 田中 弘之
大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号
日本板硝子株式会社内
(72)発明者 山本 信行
大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号
日本板硝子株式会社内

F ターム(参考) 4C062 AA01 BB01 CC10 DA06 DB03
DB04 DC01 DD01 DE01 DF01
EA03 EA04 EB03 BB04 EC01
EC02 EC03 ED02 ED03 EE03
EE04 EF01 EF02 EF03 EC01
EG02 EG03 FA01 FA10 FB01
FB02 FB03 FC01 FC02 FC03
FD01 FE01 FE02 FE03 FF01
FG01 FH01 FJ01 FK01 FL01
GA01 GA10 GB01 GB02 GC01
GD01 GE01 HH01 HH03 HH05
HH07 HH09 HH11 HH12 HH13
HH15 HH17 HH20 JJ01 JJ03
JJ04 JJ05 JJ07 JJ10 KK01
KK03 KK05 KK07 KK10 MM27
NN29 NN40
SD006 CB04 CB07 DA03
SD075 EE03 FC13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADING TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.